



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101902805 A

(43) 申请公布日 2010.12.01

(21) 申请号 201010167992.9

H04W 88/14 (2009.01)

(22) 申请日 2010.05.10

(71) 申请人 煤炭科学研究总院重庆研究院
地址 400037 重庆市沙坪坝区上桥三村 55 号

(72) 发明人 宋文 樊荣 戴剑波 王飞
李莹莹

(74) 专利代理机构 重庆市前沿专利事务所
50211

代理人 余锦曦

(51) Int. Cl.

H04W 52/02 (2009.01)

H04W 84/12 (2009.01)

H04W 88/18 (2009.01)

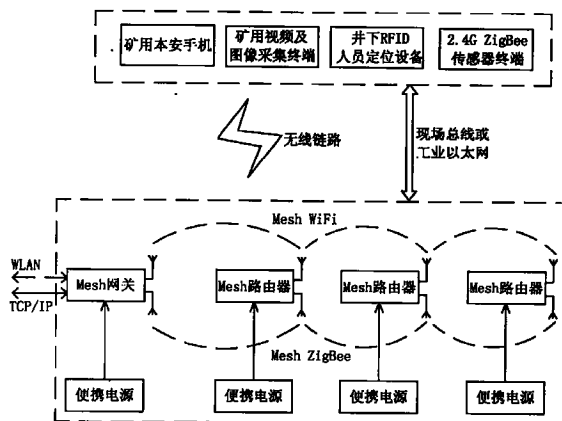
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 3 页

(54) 发明名称

多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置及其控制系统

(57) 摘要

本发明提供一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置及其控制系统,所述装置由主控系统板和子系统板等组成。主控系统板包含主控制器 MCU、主控系统电源处理模块、ZigBee 通信模块、无线发射功率控制电路和节能控制电路等;子系统板包括子控制器 CPU、子系统电源处理模块和 WiFi 智能接入卡等;其控制系统包括硬件设备底层驱动系统、嵌入式操作系统、节能控制系统和多功能 Mesh 路由控制系统等。本发明支持多媒体业务在多 RF 通道 WiFi 和 ZigBee 无线 Mesh 网络中同时传输,不但支持高可靠通信和自组织组网,而且支持业务多种方式灵活接入,且通信抗干扰性强,成本低、待机寿命长、非常适合矿山无线通信领域。



1. 一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,由主控系统板 (1) 和子系统板 (2) 组成,其特征在于:

所述主控系统板 (1) 上设置有主控制器 MCU (15),该主控制器 MCU (15) 的第一串口端 (UART1) 连接有 ZigBee 通信模块 (14),该主控制器 MCU (15) 的第二串口端 (UART2) 与串口扩展模块 (17) 的第零串口端 (COM0) 连接,所述串口扩展模块 (17) 的第一串口端 (COM1) 连接有第一转换模块 (16),该第一转换模块 (16) 的输出端口为现场总线接口,所述串口扩展模块 (17) 的第二串口端 (COM2) 连接有第二转换模块 (18),该第二转换模块 (18) 的输出端口为 RS232 接口,所述主控制器 MCU (15) 上还设置有无线发射功率控制电路和节能控制电路;

所述子系统板 (2) 上设置有子控制器 CPU (26),该子控制器 CPU (26) 经过内部总线与至少一个 WiFi 智能接入卡 (22) 连接,所述内部总线上还连接有子系统 RS232 串口 (24) 和子系统 RJ45 网口 (25),所述子系统 RS232 串口 (24) 与所述主控系统板 (1) 的 RS232 接口连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,其特征在于:所述无线发射功率控制电路中设置有功率等级调控开关 (EMR-08),该功率等级调控开关 (EMR-08) 输出的 8 路开关信号线并行连接在 8-3 编码器的 8 路输入端上,该 8-3 编码器的 3 路输出端并行连接在所述主控制器 MCU (15) 的三路功率控制信号输入端 (P1.4-P1.6) 上。

3. 根据权利要求 1 所述的一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,其特征在于:所述节能控制电路为电源输入选通模块 (13),该电源输入选通模块 (13) 上设置有使能控制端口 (En),该使能控制端口 (En) 与所述主控制器 MCU (15) 的节能控制信号输出端口 (P1.7) 连接,所述电源输入选通模块 (13) 的输出端为所述子系统板 (2) 供电。

4. 根据权利要求 1、3 所述的一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,其特征在于:在所述主控系统板 (1) 上还设置有大容量便携本安电源处理模块 (12) 和主控系统电源处理模块 (11),在子系统板 (2) 上还设置有子系统电源处理模块 (21),所述本安电源处理模块 (12) 的输入端与外界便携式直流本安电源 (DC) 连接,该本安电源处理模块 (12) 的输出端连接在所述主控系统电源处理模块 (11) 和电源输入选通模块 (13) 的输入端上。所述主控系统电源处理模块 (11) 的输出端为所述主控系统板 (1) 供电,所述电源输入选通模块 (13) 的输出端与所述子系统电源处理模块 (21) 的输入端连接,该子系统电源处理模块 (21) 的输出端为所述子系统板 (2) 的其它功能模块供电。

5. 根据权利要求 1 所述的一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,其特征在于:所述子系统板 (2) 的内部总线上连接有 3 个 Mini-PCI 接口 (23),所述 Mini-PCI 接口 (23) 插接所述 WiFi 智能接入卡 (22)。

6. 根据权利要求 1 所述的一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,其特征在于:所述 ZigBee 通信模块 (14) 外接有第一高增益全向 RF 天线,其工作频段为 2.4GHz;所述 WiFi 智能接入卡 (22) 外接有第二高增益全向 RF 天线,其工作频段可为 2.4GHz 或 5.8GHz。

7. 根据权利要求 1 所述的一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,特征在于:所述主控制器 MCU (15) 中设置有节能控制系统,所述节能控制系统由软休眠控制机构和硬休眠控制机构组成;

所述软休眠控制机构中设置有:

用于 WiFi 智能接入卡使能的装置；
用于判断是否收到软休眠命令的装置；
当没有收到软休眠命令时，则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置；
当收到软休眠命令时，则
用于禁用 WiFi 智能接入卡的装置；
用于设置软休眠定时 (Ts) 的装置；
用于判断是否收到休眠结束命令的装置；
当收到休眠结束命令时，则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置；
当没有收到休眠结束命令时，则
用于判断休眠定时是否结束的装置；
当休眠定时没有结束，则用于返回判断是否收到休眠结束命令的装置；
当休眠时间结束时，则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置；
所述硬休眠控制机构中设置有：
用于 Mesh 系统板通电的装置；
用于判断是否收到硬休眠命令的装置；
如果没有收到硬休眠命令，则用于返回 Mesh 系统板通电的装置；
如果收到硬休眠命令，则
用于 Mesh 系统板断电的装置；
用于设置硬休眠定时 (Th) 的装置；
用于判断是否收到休眠结束命令的装置；
当收到休眠结束命令时，则用于返回 Mesh 系统板通电的装置；
当没有收到休眠结束命令时，则
用于判断休眠定时是否结束的装置；
当休眠定时没有结束，则用于返回判断是否收到休眠结束命令的装置；
当休眠时间结束时，则用于返回 Mesh 系统板通电的装置。

8. 权 1 所述的一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置的控制系統，其特征在于：设置有多功能 Mesh 路由控制系统，所述多功能 Mesh 路由控制系统由支持无线 Mesh 网络路由的 ZigBee 协议模块 (a)、用户自定义协议模块 (b)、802.15.4 协议模块 (c)、协议转换及地址映射模块 (d)、802.11 协议模块 (e)、802.3 协议模块 (f) 和 IP 协议及地址映射模块 (g) 组成；

其中 ZigBee 协议模块 (a) 和 802.15.4 协议模块 (c) 设置在 ZigBee 通信模块 (14) 中，所述 802.15.4 协议模块 (c) 用于支持 ZigBee 无线传感器网络的物理层接入，所述 ZigBee 协议模块 (a) 用于实现 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据的 Mesh 网络路由和多跳无线传输；

用户自定义协议模块 (b) 和协议转换及地址映射模块 (d) 设置在主控制器 MCU (15) 中，所述用户自定义协议模块 (b) 用于支持现场总线业务数据的物理层接入，所述协议转换及地址映射模块 (d) 用于实现现场总线业务数据转换为 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据；

802.11 协议模块 (e)、802.3 协议模块 (f) 以及 IP 协议及地址映射模块 (g) 设置在子

系统 CPU(26) 中,所述 802.11 协议模块 (e) 用于支持 WiFi 无线 Mesh 网络的物理层接入,所述 802.3 协议模块 (f) 用于支持工业以太网络的物理层接入,所述 IP 协议及地址映射模块 (g) 用于实现 WiFi 无线 Mesh 网络和工业以太网网络业务数据的 IP 路由和 Mesh 多跳传输。

9. 根据权利要求 8 所述的一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置的控制系統,其特征在于:还设置有节能控制系统,所述节能控制系统由软休眠控制机构和硬休眠控制机构组成;

所述软休眠控制机构中设置有:

用于 WiFi 智能接入卡使能的装置;

用于判断是否收到软休眠命令的装置;

当没有收到软休眠命令时,则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置;

当收到软休眠命令时,则

用于禁用 WiFi 智能接入卡的装置;

用于设置软休眠定时 (Ts) 的装置;

用于判断是否收到休眠结束命令的装置;

当收到休眠结束命令时,则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置;

当没有收到休眠结束命令时,则

用于判断休眠定时是否结束的装置;

当休眠定时没有结束,则用于返回判断是否收到休眠结束命令的装置;

当休眠定时结束时,则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置;

所述硬休眠控制机构中设置有:

用于 Mesh 系统板通电的装置;

用于判断是否收到硬休眠命令的装置;

如果没有收到硬休眠命令,则用于返回 Mesh 系统板通电的装置;

如果收到硬休眠命令,则

用于 Mesh 系统板断电的装置;

用于设置硬休眠定时 (Th) 的装置;

用于判断是否收到休眠结束命令的装置;

当收到休眠结束命令时,则用于返回 Mesh 系统板通电的装置;

当没有收到休眠结束命令时,则

用于判断休眠定时是否结束的装置;

当休眠定时没有结束,则用于返回判断是否收到休眠结束命令的装置;

当休眠定时结束时,则用于返回 Mesh 系统板通电的装置。

多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置及其控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及矿山多媒体无线通信领域,具体地说,是一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置及其控制系统。

背景技术

[0002] 我国矿山安全生产事故与自然災害时常发生,为了便于矿方日常排查安全隐患和防患于未然,避免矿山自然灾害和重特大等安全生产事故发生和灾害事故发生时可快速组织应急抢险力量和做出搜救等指挥决策,研制矿山多媒体无线通信技术装备具有十分重大而紧迫的现实意义。

[0003] 传统矿井多媒体应急通信以有线方式为主,而随着井下无线传感器网路和无线局域网等短距离通信技术的发展和增加,无线网路通信正显示出无比灵活的优越性。目前,矿山应急救护大队配备的应急无线通信系统一般采用防爆对讲机、透地通信或矿用小灵通等技术,这些技术都面临功能单一且不支持多媒体通信业务实时可靠传输等局限性。例如防爆对讲机是采用点对点半双工无线通信技术,不支持多媒体信息采集终端接入和多跳无线传输,且传输距离大大受限于巷道复杂环境。透地通信受环形天线部署的限制,无法覆盖到不具备环形天线部署条件的灾害和事故发生区域,如采掘作业面。矿用小灵通由于无线工作频段相对较低,对于有干扰的环境,其信号传输将受到严重影响,并且小灵通传输速率只有 64Kb/s ~ 128Kb/s,还不能满足多媒体业务宽带传输的需求。

[0004] WiFi(Wireless Fidelity,无线保真)无线 Mesh 网络采用支持 IEEE802.11s 标准和无线局域网(IEEE 802.11(a/b/g/n)的传输技术,其中带宽速率可达 11Mb/s、54Mb/s 和 108Mb/s,甚至更高。WiFi 无线 Mesh 网络具有支持 IP 互联技术、高带宽、多跳传输、网络自组织、动态路由及其自学习、无线通信链路自愈以及网络易部署等优点,但是设备功耗通常较大。尽管基于无线 Mesh 网络的宽带应急通信设备在地面应用较广泛,那是因为在地面应用不受供电方式、重量、电源电池容量以及电路设计须符合本质安全等条件的限制。当真正应用到井下通信时,却又很难设计合适的便携本安电源,特别是面临设备重量和电源电池容量设计难以满足用户需求等实际困难。因此,如何保证这些设备在井下尽可能长的待机寿命和支持多媒体业务的传输,是当前无线 Mesh 网络技术能否在矿山通信领域应用面临的关键技术挑战。

[0005] 现有技术的缺点是:现有的各种矿用多媒体通信设备功能单一,无线传输功耗、传输带宽和传输距离指标均受到相互的制约,不能很好支持多媒体通信业务的实时可靠传输。现有的地面 WiFi 无线 Mesh 网络虽然具有支持 IP 互联技术、高带宽、多跳传输、网络自组织、动态路由及其自学习等优点,但是又受到矿用井下供电方式以及电源容量的限制。现有技术中还缺少一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,要求支持多种通信协议的融合,能够满足多媒体通信业务实时可靠传输,并且能够适应矿用井下供电方式和电源容量的限制。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置及其控制系统，不但适应于矿山无线通信的环境制约，同时还具有多媒体业务宽带传输功能，且无线传输可靠、通信质量稳定、成本低、待机寿命长、抗干扰性强、使用方便等特点，特别适合我国矿山灾害应急搜救等无线通信应用，具有极大社会效益和经济效益。

[0007] 为达到上述目的，本发明提供一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置，由主控系统板和子系统板组成，其关键在于：

[0008] 所述主控系统板上设置有主控制器 MCU，该主控制器 MCU 的第一串口端连接有 ZigBee 通信模块，该主控制器 MCU 的第二串口端与串口扩展模块的第零串口端连接，所述串口扩展模块的第一串口端连接有第一转换模块，该第一转换模块的输出端口为现场总线接口，所述串口扩展模块的第二串口端连接有第二转换模块，该第二转换模块的输出端口为 RS232 接口，所述主控制器 MCU 上还设置有无线发射功率控制电路和节能控制电路；

[0009] 所述子系统板上设置有子控制器 CPU，该子控制器 CPU 经过内部总线与至少一个 WiFi 智能接入卡连接，所述内部总线上还连接有子系统 RS232 串口和子系统 RJ45 网口，所述子系统 RS232 串口与所述主控系统板的 RS232 接口连接。

[0010] 主控制器 MCU 通过第一串行通信接口实现与 ZigBee 通信模块进行网络信息交互及数据处理、协议转换和 ZigBee 网络内部地址映射等。主控系统板通过设置串口扩展模块将主控制器 MCU 的第二串行通信接口扩展为两个 TTL232 通信接口。其中一个 TTL232 接口经第一转换模块转换为 RS485 现场总线接口，实现与井下 RFID(Raido FrequencyIdentification, 射频识别技术) 人员定位设备的互联和通信，另一个 TTL232 接口经第二转换模块转换成 RS232 接口并与子系统 RS232 串口相连，实现主控系统板与子系统板的互联和通信。

[0011] 所述子系统板又称为 WiFi Mesh 系统板，其中子控制器 CPU 用于协调和管理 WiFi Mesh 系统板各个通信组成部分的工作，在子控制器 CPU 内嵌入了功能强大的并支持多跳无线 Mesh 网络路由功能的嵌入式实时操作系统，并支持 IEEE 802.11a/b/g 无线局域网标准和 802.11s 无线 Mesh 网络标准草案等功能。WiFi 智能接入卡、子系统 RS232 串口和子系统 RJ45 网口都是通过 WiFi Mesh 系统板上的内部总线实现 Mesh 桥接互联通信。所述 WiFi 智能接入卡完全支持 IEEE 802.11a/b/g 无线技术标准和数据、语音、图像和视频等多媒体信息采集终端的无线接入。

[0012] 所述无线发射功率控制电路可以改变所述 ZigBee 通信模块与 WiFi 智能接入卡的发射功率。

[0013] 所述无线发射功率控制电路中设置有功率等级调控开关，该功率等级调控开关输出的 8 路开关信号线并行连接在 8-3 编码器的 8 路输入端上，该 8-3 编码器的 3 路输出端并行连接在所述主控制器 MCU 的三路功率控制信号输入端上，所述三路功率控制信号输入端为主控制器 MCU 的三路通用 I/O 接口。

[0014] 采用 8 路开关信号对应了 8 种功率发射状态，通过 8-3 编码器转换为 3 路信号送入到主控制器 MCU 中，在主控制器 MCU 内建立起相应的参数映射关系，每一种开关信号对应一种无线发射功率状态控制参数，主控制器 MCU 分别通过第一串口和第二串口将对应的无线发射功率状态控制参数配置到所述 ZigBee 通信模块与 WiFi 智能接入卡上，从而实现无

线发射功率等级调控功能。

[0015] 所述节能控制电路的主控制器 MCU 一方面可通过控制电源输入选通模块间接控制子系统板的电源通断,另一方面可通过控制子系统板的 WiFi 智能接入卡的电源通断,从而降低系统电源能量的耗费。

[0016] 所述节能控制电路设置有电源输入选通模块,该电源输入选通模块上设置有使能控制端口,该使能控制端口与所述主控制器 MCU 的节能控制信号输出端口连接,所述电源输入选通模块的输出端为所述子系统板供电。

[0017] 通过主控制器 MCU 改变所述节能控制信号输出端口输出的电平来控制电源输入选通模块的工作输出状态,从而实现对于子系统板的电源通断控制,有效降低系统电源能量的耗费。

[0018] 在主控系统板上还设置有大容量便携本安电源处理模块和主控系统电源处理模块,在子系统板上还设置有子系统电源处理模块,所述大容量便携本安电源处理模块的输入端与外界便携式直流电源连接,该大容量便携本安电源处理模块的输出端连接在所述主控系统电源处理模块和电源输入选通模块的输入端上,所述主控系统电源处理模块的输出端为所述主控系统板供电,所述电源输入选通模块的输出端与所述子系统电源处理模块的输入端连接,该子系统电源处理模块的输出端为所述子系统板供电。

[0019] 大容量便携本安电源处理模块从外界便携式直流电源中获得电源输入后,将来自外界输入的电源进行本安处理,最后稳压输出,以便保证主控系统板上各个模块的正常工作。通过设置的大容量便携本安电源处理模块可以实现外界电源的宽范围电压输入。

[0020] 所述子系统板的内部总线上连接有 3 个 Mini-PCI 接口,所述 Mini-PCI 接口插接所述 WiFi 智能接入卡。

[0021] 系统支持 3 个 WiFi Mesh 无线扩展 Mini-PCI 接口,WiFi 智能接入卡通过 WiFi Mesh 无线扩展接口与所述内部总线桥接和互联通信,方便了 WiFi 智能接入卡的灵活安装与更换。

[0022] 所述 ZigBee 通信模块配置有第一高增益全向 RF 天线,其工作频段为 2.4GHz;用于 ZigBee 网络接入和业务数据收发,为井下 RFID 人员定位设备和其他 ZigBee 传感器终端数据业务提供了一个无线 Mesh 网络通信平台。所述 WiFi 智能接入卡配置有第二高增益全向 RF 天线,其工作频段为 2.4GHz 或 5.8GHz。用于负责 WiFi 音、视频等业务终端的接入和数据收发。采用多个 RF 天线独立处理 ZigBee 无线 Mesh 网络和 WiFi 无线 Mesh 网络的业务数据,系统通信稳定性和可靠性更高,采用高增益全向 RF 天线,简化了 RF 天线的安装步骤,增强了系统的灾害环境适应能力。

[0023] 本发明还提供一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置的控制系統,其关键特征在于:设置有无线 Mesh 网络路由控制系统,所述无线 Mesh 网络路由控制系统包括:

[0024] 设置在 ZigBee 通信模块中的 ZigBee 协议模块和 802.15.4 协议模块,所述 802.15.4 协议模块用于支持 ZigBee 无线 Mesh 网络的物理层接入,所述 ZigBee 协议模块用于实现 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据多跳路由和传输;

[0025] 设置在主控制器 MCU 中的用户自定义协议模块和协议转换及地址映射模块,所述用户自定义协议模块用于支持现场总线业务数据的物理层接入,所述协议转换及地址映射模块用于实现现场总线业务数据和 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据的协议帧格式相互转

换；

[0026] 设置在子系统 CPU 中的 802.11 协议模块、802.3 协议模块以及 IP 协议及地址映射模块，所述 802.11 协议模块用于支持 WiFi 无线 Mesh 网络的物理层接入，所述 802.3 协议模块用于支持工业以太网络的物理层接入，所述 IP 协议及地址映射模块用于实现 WiFi 无线 Mesh 网络和工业以太网业务数据的 IP 路由和 Mesh 多跳传输。

[0027] 多种协议模块和协议转换模块共同组成一个多功能 Mesh 路由控制系统，实现同时支持 WiFi 无线 Mesh 网络和 ZigBee 无线 Mesh 网络独立动态路由和 Mesh 多跳传输。其主要处理和路由的业务数据类型有：WiFi 无线 Mesh 网络业务数据、工业以太网业务数据、ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据和现场总线业务数据。来自 WiFi 无线 Mesh 网络业务数据（如矿用本安手机数据）和工业以太网业务数据是通过 IP 协议及地址映射处理后进行 WiFi 无线 Mesh 网络多跳路由和传输。而来自 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据（如 2.4GHz ZigBee 传感器终端数据）和现场总线业务（如井下 RFID 人员定位设备）数据是通过 ZigBee 协议模块进行 ZigBee 无线 Mesh 网络多跳路由和传输。在数据传输过程中，现场总线业务数据必须先通过协议转换及地址映射模块转换为 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据后才能进行 ZigBee 无线 Mesh 网络多跳路由和传输。

[0028] 本发明还提供一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置的控制系統，其中还设置有节能控制系统，所述节能控制系统包括软休眠控制机构和硬休眠控制机构；

[0029] 所述软休眠控制机构中设置有：

[0030] 用于 WiFi 智能接入卡使能的装置；

[0031] 用于判断是否收到软休眠命令的装置；

[0032] 当没有收到软休眠命令时，则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置；

[0033] 当收到软休眠命令时，则

[0034] 用于禁用 WiFi 智能接入卡的装置；

[0035] 用于设置软休眠定时的装置；

[0036] 用于判断是否收到休眠结束命令的装置；

[0037] 当收到休眠结束命令时，则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置；

[0038] 当没有收到休眠结束命令时，则

[0039] 用于判断休眠定时是否结束的装置；

[0040] 当休眠定时没有结束，则用于返回判断是否收到休眠结束命令的装置；

[0041] 当休眠定时结束时，则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置；

[0042] 所述硬休眠控制机构中设置有：

[0043] 用于 Mesh 系统板通电的装置；

[0044] 用于判断是否收到硬休眠命令的装置；

[0045] 如果没有收到硬休眠命令，则用于返回 Mesh 系统板通电的装置；

[0046] 如果收到硬休眠命令，则

[0047] 用于 Mesh 系统板断电的装置；

[0048] 用于设置硬休眠定时的装置；

[0049] 用于判断是否收到休眠结束命令的装置；

[0050] 当收到休眠结束命令时，则用于返回 Mesh 系统板通电的装置；

[0051] 当没有收到休眠结束命令时,则

[0052] 用于判断休眠定时是否结束的装置;

[0053] 当休眠定时没有结束,则用于返回判断是否收到休眠结束命令的装置;

[0054] 当休眠定时结束时,则用于返回 Mesh 系统板通电的装置。

[0055] 节能控制系统采用跨层设计,主要由主控制器 MCU 控制,主控制器 MCU 根据网络中的业务状态对系统工作模式进行实时控制,在系统内主要定义有软休眠模式、硬休眠模式以及清醒模式。所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置上层无线关联的多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置通过接入 IP 网络和周期性的查询多媒体业务服务器,以此判断矿用多媒体应急无线 Mesh 网络中是否存在 WiFi 业务传输。如果没有 WiFi 业务传输,所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置则通过 ZigBee 无线 Mesh 网络通信平台广播软休眠命令。

[0056] 所述多媒体应急无线 Mesh 网络中的所有多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置通过自带的 ZigBee 通信模块接收到软休眠命令时,则主控系统板上的主控制器 MCU 输出禁用 WiFi 智能接入卡接入的信号到子系统板,所述子系统板中的子控制器 CPU 接收到禁用 WiFi 智能接入卡接入的信号时,则停止 WiFi 智能接入卡工作,使系统进入软休眠模式。此时主控制器 MCU 对软休眠的时间进行控制,所有多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置的定时时间一致,当定时时间结束时,则发送 WiFi 智能接入卡使能信号到所述子控制器 CPU,通过子控制器 CPU 控制 WiFi 智能接入卡使能,所有多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置同时自动恢复到清醒模式。

[0057] 所述的多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置继续对网络中的业务数据进行查询和监测,如果仍然没有 WiFi 业务,则由多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置再次广播一条软休眠命令,网络中的所有多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置再次进入软休眠模式,多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置统计软休眠的次数,如果多次软休眠后网络中仍然没有 WiFi 业务,则由多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置通过 ZigBee 无线 Mesh 网络广播一条硬休眠命令;

[0058] 当多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置中的 ZigBee 通信模块接收到硬休眠命令时,所述主控制器 MCU 输出断电控制信号到所述电源输入选通模块上,通过电源输入选通模块切断子系统板的电源,系统进入硬休眠模式,同时,主控制器 MCU 对硬休眠的时间进行控制,所有多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置的硬休眠时间也一致,当定时时间结束时,所述主控制器 MCU 则输出通电控制信号,所有多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置同时自动恢复到清醒模式。

[0059] 如果在软休眠模式或硬休眠模式过程中,地面指挥或调度监控中心发起 WiFi 通信业务时,所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置将广播一条休眠结束命令,当所有多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置接收到休眠结束命令时,所有多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置同时自动恢复到清醒模式中。通过这样往返循环,系统有序地在各个模式状态上切换,最终达到通信节能的效果。

[0060] 本发明的显著效果是:提供了一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置及其控制系统,具有以下特征:

[0061] ①支持井下数据、语音、视频和图像等多媒体业务同时进行无线 Mesh 网络多跳传输。所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置实现了 WIFI 无线 Mesh 网络和路由传输硬

件平台,支持音、视频等 WIFI 无线终端接入和业务传输,且无线传输带宽理论可达 54Mbps。

[0062] ②实现了基于 ZigBee 无线 Mesh 网络对井下 RFID 人员定位设备或现场总线传感器终端数据进行动态无线 Mesh 路由和传输的硬件平台,并通过串口控制的 WIFI 无线 Mesh 网络通信节能电路设计,可有效延长系统装置待机寿命时间达 23%~32%,此外还实现了同时支持 WIFI 无线 Mesh 网络和 ZigBee 无线 Mesh 网络、工业以太网和现场总线等多种技术标准的接口电路。

[0063] ③通过 ZigBee 通信模块和 WiFi 智能接入卡实现了通信系统快速应急部署和自组织无线 Mesh 组网、网络通信链路自愈和多跳无线 Mesh 网络动态路由传输,且最大可支持 3 个 WIFI Mesh 无线扩展接口 (Mini-PCI) 和多 RF 通道高可靠无线 Mesh 网络路由和传输;

[0064] ④系统装置采用多 RF 通道网络传输,通信抗干扰能力强,支持在 2.4GHz 和 5.8GHz 两种微波频段工作,支持选配全向或定向高增益外置天线。

[0065] ⑤系统装置实现了大容量本安便携电源双路自动切换和本质安全电路控制技术,并且采用高效节能控制系统,待机寿命可达 60~72 小时,防护等级可达 IP65 以上,可适应在矿山井下高温、高湿和高煤尘等恶劣灾害环境下使用。

附图说明

[0066] 图 1 是本发明的电路结构组成示意图;

[0067] 图 2 是本发明的多功能 Mesh 路由和节能控制系统模型示意图;

[0068] 图 3 是本发明中节能控制系统控制流程图;

[0069] 图 4 是矿井多媒体无线 Mesh 网络路由及其终端设备接入示意图。

具体实施方式

[0070] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0071] 如图 1 所示:一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置,由主控系统板 1 和子系统板 2 组成,所述主控系统板 1 上设置有主控制器 MCU 15,该主控制器 MCU 15 的第一串口端 UART1 连接有 ZigBee 通信模块 14,该主控制器 MCU 15 的第二串口端 UART2 与串口扩展模块 17 的第零串口端 COM0 连接,所述串口扩展模块 17 的第一串口端 COM1 经第一转换模块 16 转换为现场总线接口,该串口扩展模块 17 的第二串口端 COM2 经第二转换模块 18 转换为 RS232 接口,所述主控制器 MCU15 上还设置有无线发射功率控制电路和节能控制电路,在主控系统板 1 上还设置有主控系统电源处理模块 11;

[0072] 所述子系统板 2 上设置有子控制器 CPU 26,该子控制器 CPU 26 的内部总线与三个 Mini PCI 接口 23 连接,在所述的 Mini PCI 接口 23 上插接有 WiFi 智能接入卡 22,所述内部总线上还连接有子系统 RS232 串口 24 和子系统 RJ45 网口 25,所述子系统 RS232 串口 24 与主控系统板 1 的 RS232 接口相连,在子系统板 2 上还设置有子系统电源处理模块 21。

[0073] 在具体实施过程中,所述主控制器 MCU15 采用 16MHz MCU 控制器,其主芯片为 MSP 430F249,串口扩展模块 17 采用的主芯片为 GM8123,第一转换模块 16 采用 SP3485,主要功能是将 TTL232 转化为 RS485 总线接口,第二转换模块采用 SP3232,主要功能是将 TTL232 转换为 RS232 串口。所述子控制器 CPU 26 采用 266MHz 高性能 CPU 控制器,其芯片型号为 MPC8321。

[0074] ZigBee 通信模块 14 主要用于 ZigBee 无线 Mesh 网络数据路由和业务信息传输,该模块实现了 IEEE 802.15.4 和 ZigBee 标准协议,并集成了高性能 RF 微处理器、可编程 I/O 接口、无线发射功率放大器及其发射功率等级控制器等。既可支持 ZigBee 无线 Mesh 自组织网络,又可支持传统的点对点和网络广播透明通信方式,以及 2.4GHz 频段工作的 ZigBee 无线传感器终端接入。支持动态多跳无线 Mesh 网络路由和长距离、高可靠传输,理论最大数据传输速率可达 250kbps,最远路由跳数可达 20 跳以上,且在矿井平直巷道每跳无线传输距离可达 500 米以上。

[0075] RS485 现场总线接口主要用于连接各种井下 RFID(Radio Frequency Identification, 射频识别) 人员定位设备,RS485 现场总线接口采集到的数据经过第一转换模块 16 以及串口扩展模块 17 后上传到主控制器 MCU15 内,通过主控制器 MCU 15 进行协议和数据帧格式转换,最后使得数据能够在 ZigBee 无线 Mesh 网络中路由和传输。

[0076] WiFi 智能接入卡 22 支持矿用 WiFi 手机以及其它 WiFi 音、视频终端的接入,WiFi 智能接入卡 22 配置 2.4GHz 或 5.8GHz 的高增益全向 RF 天线,RF 天线工作频段与 WiFi 智能接入卡 22 工作频段保持一致,数据无线传输理论带宽可达 54Mbps。系统可采用多 RF 通道分别对 ZigBee 无线 Mesh 网络数据和 WiFi 无线 Mesh 网络数据独立传输,增强了系统的可靠性和通信抗电磁干扰能力。

[0077] 子系统 RJ45 网口 25 用于连接外部工业以太网,主要用于接收和发送外部工业以太网终端设备的数据信息。

[0078] 所述的主控系统电源处理模块 11 和子系统电源处理模块 21 输出 3.3V 直流稳压电压,分别为其他的各个功能模块供电。

[0079] 所述无线发射功率控制电路中设置的功率等级调控开关 EMR-08 为 8 个拨码开关,每一个拨码开关输出一路开关信号,分别对应与一种无线发射功率等级,输出的 8 路拨码开关信号线并行连接在 8-3 编码器的 8 路输入端上,8-3 编码器的型号采用 74LS148,经过 8-3 编码器将 8 路开关信号转换为 3 路编码信号并行连接在主控制器 MCU15 的 P1.4、P1.5 和 P1.6 三个 I/O 端口上,由主控制器 MCU15 综合判断后转化为对应的无线发射功率等级调控命令,从而实现无线模块相应发射功率的等级控制。8 个等级的编码输入信号,对应 ZigBee 通信模块无线发射功率为 20dBm、19dBm、17dBm、15dBm、13dBm、10dBm、5dBm 和 -5dBm,对应 WiFi 智能接入卡则为 19dBm、17dBm、15dBm、13dBm、10dBm、8dBm、5dBm 和 0dBm。

[0080] 所述节能控制电路中设置有电源输入选通模块 13,该电源输入选通模块 13 上设置有使能控制端口 En,该使能控制端口 En 与所述主控制器 MCU 15 的 I/O 接口 P1.7 连接,所述电源输入选通模块 13 的输出端为所述子系统板 2 供电,通过装置中的节能控制电路以及系统中具体的节能控制算法,由主控制器 MCU15 控制 P1.7 端口的输出电平来控制电源输入选通模块 13 的通断,从而控制子系统板 2 的电源通断。节能控制算法中通过检查网络中是否存在 WiFi 业务来控制子系统板 2 是否工作,通过在休眠模式和工作模式的循环切换,降低了系统的能耗,延长设备待机寿命时间。

[0081] 所述主控系统板 1 上还设置有大容量便携本安电源处理模块 12,该大容量便携本安电源处理模块 12 的输入端与外界便携式直流电源 (DC) 连接,该大容量便携本安电源处理模块 12 的输出端连接在所述主控系统电源处理模块 11 和电源输入选通模块 13 的输入端上。

[0082] 大容量便携本安电源处理模块 12 从外界便携式直流电源 DC 中获得电源输入后, 将来自外界的输入电源进行本安处理, 使得外接直流电源在 12V ~ 18V 的变化范围内都能保持输出的稳定, 从而保证了各个模块和系统板的正常工作。

[0083] 如图 2 所示, 所述一种多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置的控制系統由软件部分完成, 除了底层硬件设备驱动系统以及嵌入式实时操作系统外, 所述控制系统中还设置有无线 Mesh 网络路由控制系统, 该无线 Mesh 网络路由控制系统包括:

[0084] 设置在 ZigBee 通信模块 14 中的 ZigBee 协议模块 a 和 802.15.4 协议模块 c, 所述 802.15.4 协议模块 c 用于支持 ZigBee 无线 Mesh 网络的物理层接入, 所述 ZigBee 协议模块 a 用于实现 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据多跳路由和传输;

[0085] 设置在主控制器 MCU15 中的用户自定义协议模块 b 和协议转换及地址映射模块 d, 所述用户自定义协议模块 b 用于支持现场总线业务数据的物理层接入, 所述协议转换及地址映射模块 d 用于实现现场总线业务数据和 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据的协议帧格式相互转换;

[0086] 设置在子系统 CPU 26 中的 802.11 协议模块 e、802.3 协议模块 f 以及 IP 协议及地址映射模块 g, 所述 802.11 协议模块 e 用于支持 WiFi 无线 Mesh 网络的物理层接入, 所述 802.3 协议模块 f 用于支持工业以太网络的物理层接入, 所述 IP 协议及地址映射模块 g 用于实现 WiFi 无线 Mesh 网络和工业以太网业务数据的 IP 路由和 Mesh 多跳传输。

[0087] 如图 3 所示, 所述控制系统中还设置有节能控制系统, 该节能控制系统包括软休眠控制机构和硬休眠控制机构;

[0088] 所述软休眠控制机构中设置有:

[0089] 用于 WiFi 智能接入卡使能的装置;

[0090] 用于判断是否收到软休眠命令的装置;

[0091] 当没有收到软休眠命令时, 则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置;

[0092] 当收到软休眠命令时, 则

[0093] 用于禁用 WiFi 智能接入卡的装置;

[0094] 用于设置软休眠定时 T_s 的装置;

[0095] 用于判断是否收到休眠结束命令的装置;

[0096] 当收到休眠结束命令时, 则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置;

[0097] 当没有收到休眠结束命令时, 则

[0098] 用于判断休眠定时是否结束的装置;

[0099] 当休眠定时没有结束, 则用于返回判断是否收到休眠结束命令的装置;

[0100] 当休眠定时结束时, 则用于返回 WiFi 智能接入卡使能的装置;

[0101] 所述硬休眠控制机构中设置有:

[0102] 用于 Mesh 系统板通电的装置;

[0103] 用于判断是否收到硬休眠命令的装置;

[0104] 如果没有收到硬休眠命令, 则用于返回 Mesh 系统板通电的装置;

[0105] 如果收到硬休眠命令, 则

[0106] 用于 Mesh 系统板断电的装置;

[0107] 用于设置硬休眠定时 T_h 的装置;

- [0108] 用于判断是否收到休眠结束命令的装置；
- [0109] 当收到休眠结束命令时，则用于返回 Mesh 系统板通电的装置；
- [0110] 当没有收到休眠结束命令时，则
- [0111] 用于判断休眠定时是否结束的装置；
- [0112] 当休眠定时没有结束，则用于返回判断是否收到休眠结束命令的装置；
- [0113] 当休眠定时结束时，则用于返回 Mesh 系统板通电的装置。
- [0114] 本发明的工作原理是：
- [0115] 如图 4 所示，本发明所述的多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置与 Mesh 多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置等通信设备共同组成矿用无线 Mesh 网络，由于多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置具有支持多种协议的接口电路和处理系统，所以在多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置和多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置上可以连接多种矿用通信端设备，包括矿用本安手机、矿用视频及图像采集终端、井下 RFID 人员定位设备以及 2.4GHz ZigBee 传感器等。多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置之间以及多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置与多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置之间通过多 RF 通道独立处理着 WiFi 无线 Mesh 网络业务数据和 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据。
- [0116] 在实际应用中，所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置及其控制系统主要处理和路由的业务数据类型有：WiFi 无线 Mesh 网络业务数据、工业以太网业务数据、ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据和现场总线业务数据。
- [0117] 按照 802.15.4 协议模块 c 规定的各种参数要求对 ZigBee 通信模块进行配置，使得 ZigBee 传感器终端经过第一高增益全向 RF 天线无线接入多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置中，所述 ZigBee 传感器终端发送的数据为 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据，经过 ZigBee 协议模块 a 进行路由路径的选择，接收的数据再由第一高增益全向 RF 天线转发到下一跳多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置或多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置中，最后由多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置经过 WLAN 或 TCP/IP 网络上传到地面指挥或调度监控中心，使得地面指挥或调度监控中心能够实时感知井下各种监测参数。
- [0118] 技术人员在所述主控制器 MCU15 中对现场总线数据的业务类型做了自定义处理，形成用户自定义协议模块 b，使得井下 RFID 人员定位设备和部分监测传感器终端能够经过 RS485 现场总线接入所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置中。现场总线业务数据再经过所述协议转换及地址映射模块 d 的处理转换为 ZigBee 无线 Mesh 网络业务数据，经过 ZigBee 协议模块 a 进行路由路径的选择，接收的数据再由第一高增益全向 RF 天线转发到下一跳多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置或多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置中，最后由多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置经过 WLAN 或 TCP/IP 网络上传到地面指挥或调度监控中心。使得地面指挥或调度监控中心能够实时掌握井下工作人员的位置情况，既可用于救援抢险，又可用于工作考勤。
- [0119] 所述子控控制器 CPU 26 中的 802.11 协议模块 e 对 WiFi 智能接入卡 22 进行了配置，使得满足 802.11 协议的 WiFi 终端设备（如 WiFi 矿用手机或矿用视频、图像采集终端等）经过第二全向高增益 RF 天线接入到 WiFi 智能接入卡 22 中，所述 WiFi 智能接入卡 22 接收到的 WiFi 无线 Mesh 网络业务数据经过 IP 协议及地址映射模块 g 实现路由路径的选择和判断，确定路由路径后，所接收的数据再由第二全向高增益 RF 天线转发到下一跳多 RF

矿用多功能无线 Mesh 路由器装置或多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置中,也可以转发到其它 WiFi 终端,即可实现井下工作人员的相互通信,又可实现井下与地面的信息交互。

[0120] 所述子控制器 CPU26 中设置的 802.3 协议模块 f,使得工业以太网经过所述子系统 RJ45 网口 25 接入到所述的多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置中,所述工业以太网业务数据经过所述 IP 协议及地址映射模块 g 的处理,使得工业以太网业务数据能够在 WiFi 无线 Mesh 网络中实现多跳路由和传输,所述工业以太网主要支持工业级设备的网络互联和通信。

[0121] 所述节能控制系统则是根据网络中业务状态对系统的工作模式进行实时的控制,在系统内主要定义有软休眠模式、硬休眠模式以及清醒模式。所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置上层的多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置通过接入 IP 网络和周期性的查询多媒体服务器,以此判断矿用多媒体应急无线 Mesh 网络中是否存在 WiFi 业务。如果没有 WiFi 业务,所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置则通过基于 ZigBee 的无线 Mesh 网络通信平台广播软休眠命令,所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置中的 ZigBee 通信模块 14 接收到软休眠命令时,则通过主控制器 MCU15 输出禁用 WiFi 智能接卡 22 接入的信号到子控制器 CPU26 中,子控制器 CPU26 则停止 WiFi 智能接卡 22 工作,使系统进入软休眠模式,此时主控制器 MCU15 对软休眠的时间进行控制(如设置软休眠时间 T_s 为 10 秒)。当定时时间结束时,则发送 WiFi 智能接卡 22 使能信号到所述子控制器 CPU26,通过子控制器 CPU26 控制 WiFi 智能接卡 22 使能,系统自动恢复到清醒模式。

[0122] 所述的多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置继续对网络中的业务数据进行查询和监测,如果仍然没有 WiFi 通信业务,则由多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置再次广播一条软休眠命令,所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置再次进入软休眠模式,多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置统计软休眠的次数,如果多次软休眠后网络中仍然没有 WiFi 通信业务(比如软休眠次数达到 3 次),则由多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置通过 ZigBee 无线 Mesh 网络广播一条硬休眠命令,当多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置中的 ZigBee 通信模块 14 接收到硬休眠命令时,所述主控制器 MCU15 输出断电控制信号到所述电源输入选通模块 13 上,通过电源输入选通模块 13 切断子系统板 2 的电源,系统进入硬休眠模式。同时,主控制器 MCU15 对硬休眠的时间进行控制(比如硬休眠时间 T_h 设置为 60 秒),当定时时间结束时,所述主控制器 MCU15 则输出通电控制信号,系统自动恢复到清醒模式。

[0123] 如果地面指挥或调度监控中心在软休眠模式或硬休眠模式下发起 WiFi 通信业务时,所述多 RF 矿用多功能无线 Mesh 网关装置将广播一条休眠结束命令,当多 RF 矿用多功能无线 Mesh 路由器装置接收到休眠结束命令时,则自动恢复到清醒模式中。通过这样往返循环,系统不停的在各个模式状态下自由切换,最终达到通信节能效果。通过实验证明,采用本发明所述的节能控制系统能使得所述多 RF 多功能无线 Mesh 路由器装置待机寿命时间延长可达 32%。

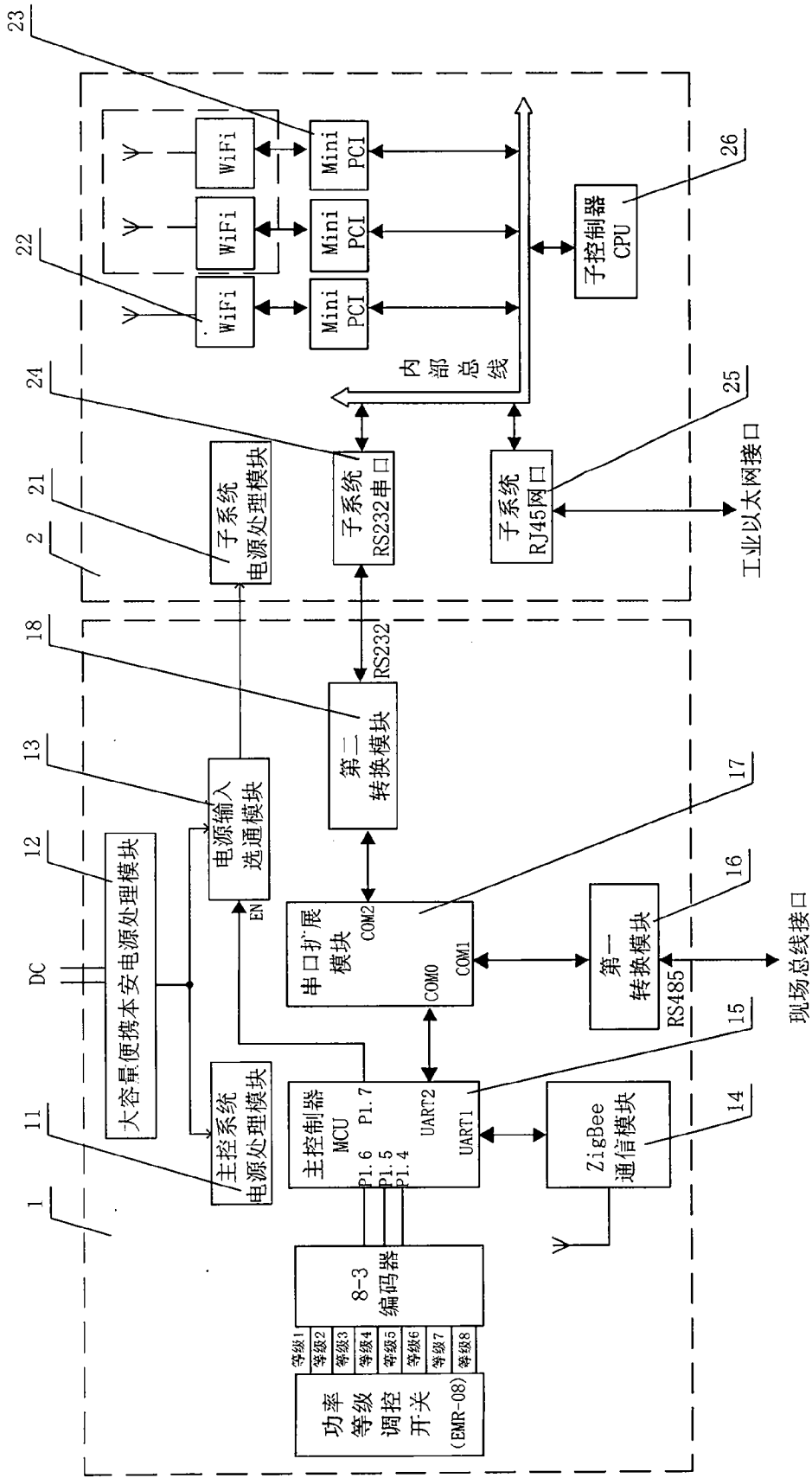


图 1

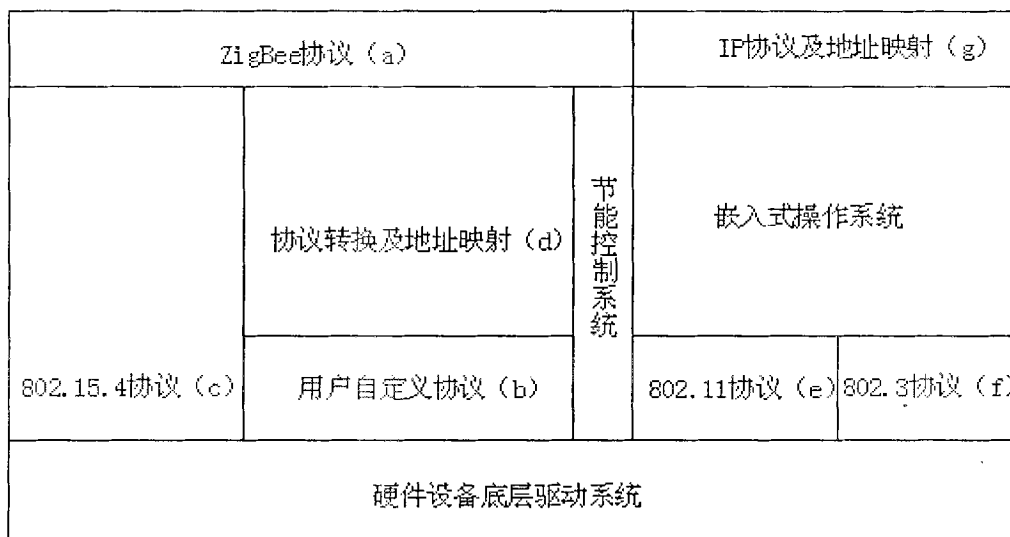


图 2

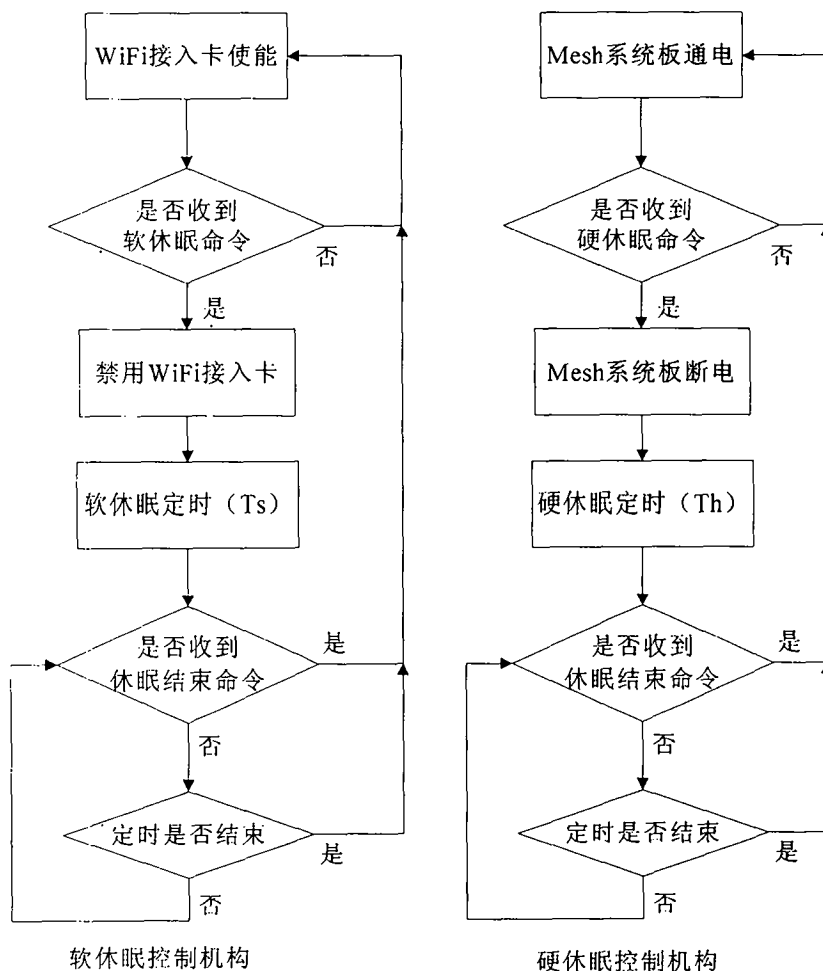


图 3

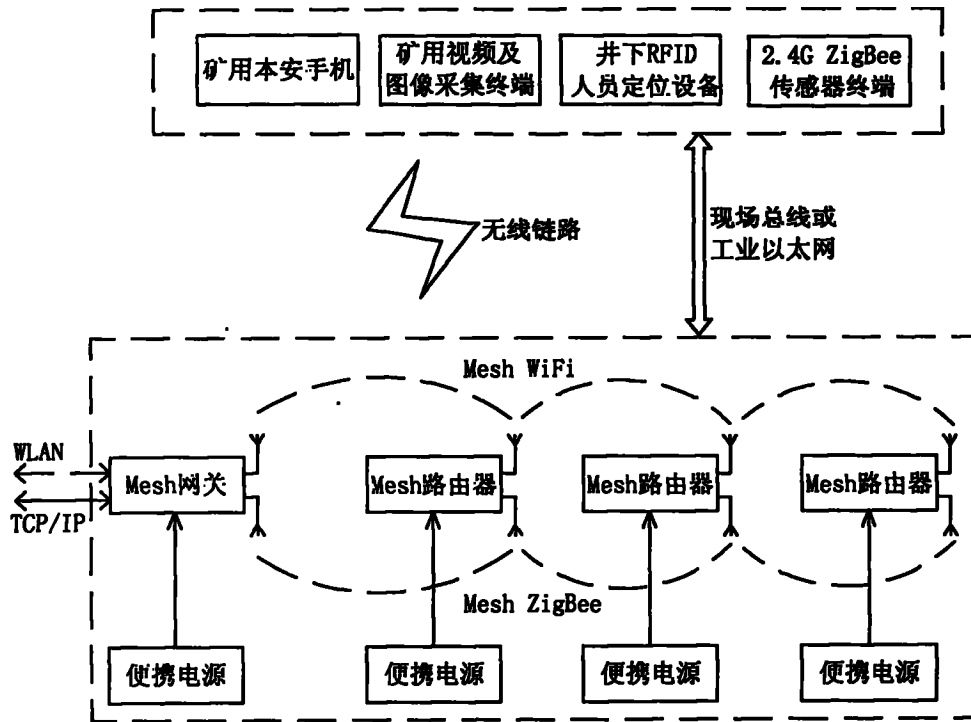


图 4